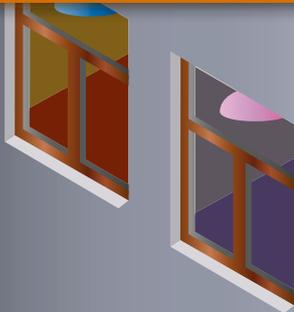
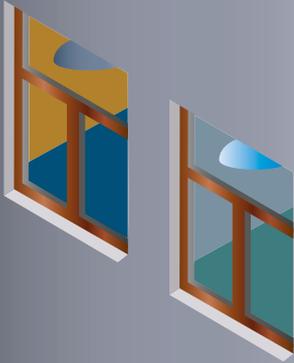


B

Sonnenstrahlung & Wohnungspreise





EINFÜHRUNG

Warum sind Wohnungen in demselben Gebäude unterschiedlich teuer? Warum kostet eine Wohnung in einer oberen Etage mehr als in den unteren? Wir wissen alle, dass dies etwas mit dem Licht und der Helligkeit der Räume zu tun hat. Diese Unterrichtseinheit soll die Schüler anregen, in einer Feldstudie Daten über die Außenflächen der Wohnungen, die Fensterflächen, die Ausrichtung und die Etagenhöhe sowie über die Wohnungspreise in Abhängigkeit von der Ausrichtung und der Etage zu sammeln. Mit dieser Unterrichtseinheit sollen die Schüler außerdem angeregt werden, die Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Gebäudepreisen, der Wirtschaft und einigen Begriffen aus Astronomie und Geowissenschaft festzustellen.

Hinweis: In diesem Text bezieht sich die Analyse der Sonnenstrahlung nach den Himmelsrichtungen auf der Nordhalbkugel.

Schlagwörter

Voraussetzungen: täglicher Sonnenlauf, Breitengrad, elementare Begriffe der Statistik.

Interdisziplinär: Die Aktivitäten behandeln Begriffe und Themen aus den Bereichen Astronomie, Erdkunde, elementare Mathematik, Bauformeln und Sozialwissenschaft. Sie erfordern Untersuchungen vor Ort zur Sammlung von Daten, um die Schüler mit ihrer sozialen und geographischen Umwelt vertraut zu machen.

Die Unterrichtseinheit ist für Schüler im Alter von 15 bis 17 Jahren geeignet und passt europaweit in die Lehrpläne ab dem letzten Sekundarschuljahr. Sie eignet sich perfekt für die internationale Zusammenarbeit und eröffnet neue Wege für den Datenvergleich zwischen Städten verschiedener Länder. In der Unterrichtseinheit können Statistiken erstellt werden, mit denen Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen den Ländern ausgewertet und hervorgehoben werden können, indem sie auf Breitengrad, Bevölkerung, Reichtum oder sonstige Parameter bezogen werden. Im dargestellten Beispiel liegen drei von vier Städten auf nahezu demselben Breitengrad.

HILFSMITTEL

Mit all diesen Aktivitäten sollen die Datenverarbeitung und -analyse auf PC oder Mac angeregt werden. Dabei helfen Tabellenkalkulationsprogramme zur Veranschaulichung der Preisvergleiche, insbesondere, wenn Daten aus unterschiedlichen Regionen oder Ländern ausgewertet

werden. Für den astronomischen Teil der Unterrichtseinheit haben wir ein Java-Programm entwickelt, das wichtige Hinweise über Sonnenstrahldichte und Breitengrade liefert und die Schüler anregen soll, sich mit Begriffen wie Energie, Energieaufnahme und Strahlungsfluss vertraut zu machen.

Der Leitfaden für Schüler und das Java-Programm sind auf www.science-on-stage.de erhältlich.

Programmierung: Die Schüler werden angeregt, das Java-Programm zu verbessern und weitere Funktionen zu entwickeln. Derzeit berechnet es anhand der gesammelten Daten die Durchschnittsenergie, die pro Tag in der Wohnung ankommt.

Die propädeutische Aktivität des Java-Programms besteht in der Sammlung von Daten über die gesamte Oberfläche einer Wohnung mit Fenstern auf der Südseite sowie über den Breitengrad des Wohnungsstandortes. Das Java-Programm dient der Visualisierung der Sonnenstrahlrichtung durch ein Fenster auf der Südseite zum Zeitpunkt der Tag-und-Nacht-Gleiche. Man erhält Anhaltspunkte dafür, wie wichtig Sonnenenergie und Breitengrad sind, und kann die Energiemenge berechnen, die täglich durch die Fenster auf der Südseite in die Wohnung gelangt. Gleichzeitig wird die Sonnenenergie pro Quadratmeter betrachtet, die nach Absorption durch die Atmosphäre tatsächlich auf die Erde gelangt.

Wir betrachten die Erstellung des Java-Programms als die Hauptaktivität dieser Unterrichtseinheit.

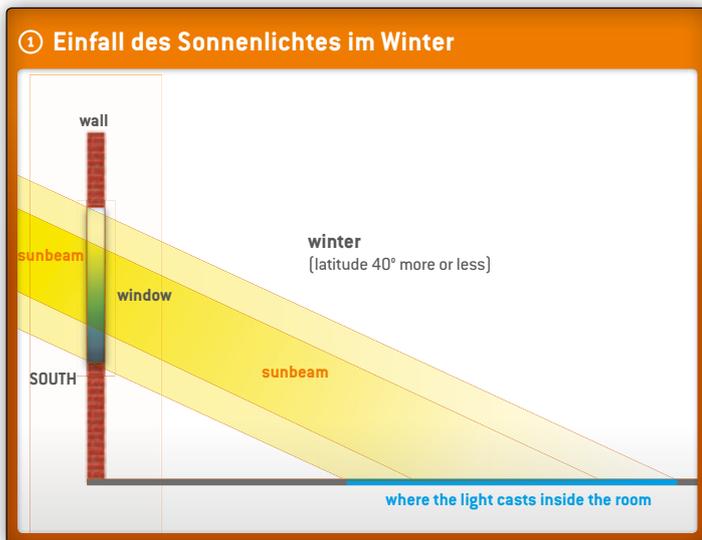
INHALT

Die Schüler verstehen gut, dass Licht ein entscheidender Grund dafür ist, ob man mehr oder weniger zahlt. Sie können leicht beobachten, dass das Sonnenlicht in der ersten Etage nicht auf dieselbe Weise wie in der achten Etage ankommt. Der Schatten der Gebäude auf der gegenüberliegenden Seite fällt auf den unteren Teil „unserer“ Fassade. Damit erhalten die unteren Etagen weniger Licht, wohingegen in den oberen Etagen direkte Sonnenstrahlung einfällt.

Gleiches gilt für die Ausrichtung. Eine gute Ausrichtung ermöglicht einen höheren Nutzen durch Sonnenlicht und Wärme.

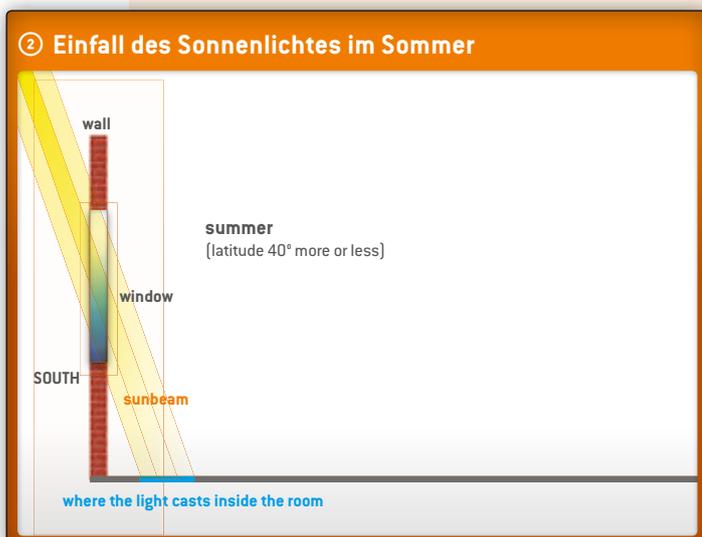
Wir können beobachten, wie, je nach Ausrichtung und Jahreszeit, Sonnenstrahlen durch die Fenster in das Innere einer Wohnung einfallen.

Im Winter gelangt das Sonnenlicht auf der Südseite des Gebäudes durch die Fenster und füllt den ganzen Raum aus. Wir haben einen warmen und hellen Raum. ①



Im Sommer treffen die Sonnenstrahlen auf die Wand. Das Licht gelangt mit nicht allzu hoher Intensität in den Raum. Der Raum ist weniger warm als beispielsweise auf der Westseite. ②

In diesen beiden Bildern [Bild ①, Bild ②], in denen die Wand nach Süden ausgerichtet ist, haben wir die Einfallswinkel der Sonnenstrahlen um die Mittagszeit herum eingezeichnet. Dann erreicht die Sonne an einem Sonnenwende-Tag (21. Dezember, Wintersonnenwende, und 21. Juni, Sommersonnenwende auf der Nordhalbkugel) ihren Höchststand über dem Horizont.



Wir wollen auch hier das Verhalten der Sonnenstrahlen untersuchen, wenn die Wand nach Osten und Westen ausgerichtet ist. Auf diese Weise sind wir in der Lage, die Vor- und Nachteile der einen oder anderen Ausrichtung zu vergleichen und daraus Schlüsse zu ziehen.

Eine Ausrichtung der Wand nach Osten ist ebenfalls recht vorteilhaft, da die Sonnenstrahlen in den ersten Morgenstunden in den Raum gelangen.

Im Winter ist das sehr angenehm, da die Sonne die Raumentgebung aufwärmt und mit Licht füllt. Im Sommer erfolgt die Sonnenstrahlung auf ähnliche Weise, und obwohl die Sonne zur gleichen Stunde mehr wärmt als im Winter, steht sie höher über dem Horizont, und die Sonnenstrahlen dringen nur in einen Teil des Raums. Die Ausrichtung der Wohnung nach Osten hin ist in Bezug auf die Sonnenausrichtung wahrscheinlich die beste.

Die Wärme- und Lichtverhältnisse ändern sich, wenn die Wand nach Westen ausgerichtet ist. Im Winter geht die Sonne sehr früh unter, und der Raum bekommt nur die letzten Sonnenstrahlen des Tages ab, die ihn kaum aufwärmen. Im Gegensatz dazu ist die Wohnung im Sommer infolge der hohen Außentemperatur bereits sehr heiß, wenn die Sonnenstrahlen beginnen, in den Raum einzudringen.

Vorgaben

Folgende Daten sind in das Java-Programm einzugeben:

- ▮ Die konstante, auf der Erde ankommende Sonnenstrahlung: Sie kann als konstanter Wert von ca. 200 W/m^2 betrachtet werden, wir haben uns jedoch dafür entschieden, sie als Parameter zu betrachten. Dadurch ist es möglich, sie für unterschiedliche Wetter- und Klimabedingungen zu verändern;
- ▮ Der Breitengrad;
- ▮ Die Gesamtfläche der nach Süden ausgerichteten Fenster.

Analyse

Wir können davon ausgehen, dass die Sonnenstrahlung, die auf die Erde auftrifft, in Bezug auf ihre Energie je Zeiteinheit und Quadratmeter ca. 200 W/m^2 beträgt (home.iprimus.com.au/nielsens/solrad.html).

Wir können die Höhe des Sonnenstandes über dem Horizont um 12 Uhr mittags anhand der Höhe bei Tag- und Nacht-Gleiche mitteln. Dieser Winkel ist der Komplementärwinkel des Breitengrades. Der Breitenwinkel ist auch gleich dem Winkel, den die Außenwände und Fenster der Wohnung (im rechten Winkel zum Horizont) mit dem Sonnenlicht bilden, das überall parallel zur Erdoberfläche



einfällt. Wir können die Energiemenge, die pro Zeiteinheit in die Wohnung eindringt, als den Fluss der Sonnenenergie betrachten, der durch die Oberfläche des Fensters eindringt. Er wird definiert als $F=R*S*\sin(\lambda)$, wobei λ der Breitengrad des Ortes ist, wo sich die Wohnung befindet. Wir können diese Strahlung für die Ausrichtung der Wohnung mitteln, indem wir davon ausgehen, dass die Strahlung 6 Stunden am Tag auf die Gesamtfläche der Fenster auftrifft.

Um die Energie pro Tag zu erhalten, müssen wir F mit 6 Stunden (Achtung: Stunden in Sekunden umrechnen!) und mit der Gesamtfläche der Außenwände mit südlich ausgerichteten Fenstern multiplizieren. Siehe Bild ©.

Ergebnis

Das numerische Ergebnis muss die durchschnittliche Energie sein, die an einem durchschnittlichen Tag von der Wohnung durch die Fenster auf der Südseite aufgenommen wird.

Das Programm muss außerdem Folgendes zeichnen:

- Das Profil der Fenster, mit der Richtung der Sonnenstrahlen bei Tag-und-Nacht-Gleiche, zeigt den Winkel zwischen den Sonnenstrahlen und der Oberfläche des Fensters entsprechend dem Breitengrad;
- Die Lage des geographischen Breitengrads an dem Ort bei Tag-und-Nacht-Gleiche.

[Diese beiden grafischen Darstellungen befinden sich derzeit in der Entwicklung, daher wird eine konstante Grafik gezeigt. Dennoch können die Schüler den Java-Code herausfinden, damit die Grafik an den Breitengrad angepasst werden kann.]

SCHLUSSFOLGERUNG

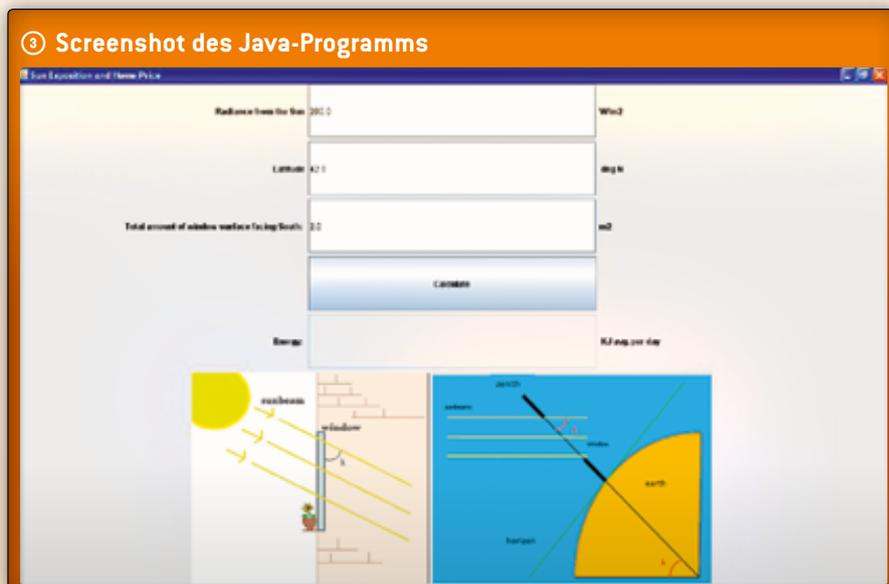
In einem Pilotprojekt zu dieser Aktivität haben verschiedene Schülergruppen in jedem Land Immobilienfirmen besucht und Angaben zum Wohnbezirk, der bewohnbaren Fläche, zu Preisen und Lage erfragt, wie im „Leitfaden für Schüler“ auf www.science-on-stage.de angegeben. Die Schüler waren an unterschiedlichen Angaben interessiert, deshalb haben sie die Preise in verschiedenen Wohnbezirken der Stadt erfragt.

Es könnte interessant sein, einen kurzen Kommentar zu den Problemen zu verfassen, auf die die Schüler in den verschiedenen Ländern bei der Erhebung von Informationen über Wohnungspreise gestoßen sind. In der Regel war den Verkäufern bewusst, dass die Schüler die Wohnungen nicht kaufen wollten. Diese Verkäufer haben die Schüler auch nicht getroffen, daher sind die Angaben miteinander nicht sehr genau.

Diese Aktivität ist am besten auswertbar, wenn sie in einem internationalen Kooperationsprojekt erfolgt oder wenn sie zumindest verschiedene Städte und Regionen eines Landes umfasst. Dies ermöglicht den Vergleich völlig verschiedener Bedingungen in Bezug auf Klima, Breitengrade, Orografie sowie wirtschaftliche und geografische Lage.

Interessante Daten lassen sich in Bezug auf Breitengrad, soziale Situation, Wohnungspolitik eines Landes, Wirkung des Sonneneinflusses und Aktion während des Tages ermitteln.

Der Vorgabeparameter „Sonnenstrahlung“ kann verwendet werden, um die geografischen, orografischen und



meteorologischen Bedingungen zu „modulieren“. Beginnend mit einem Durchschnittswert von 200 W/m^2 kann dieser Parameter bei geringeren Breitengraden, günstigen klimatischen Bedingungen, infolge der meteorologischen Situation über das Jahr sowie je nach durchschnittlicher Bewölkung höher sein.

Hausaufgabe:

Daten sammeln, Formulare ausfüllen, Datenaustausch mit internationalen Partnerschulen, Dateneingabe in Tabellen und/oder das Java-Programm, grafische Darstellung, Kommentierung.

Die Schüler könnten auch einige Programmieraufgaben ausführen, zumindest innerhalb der Tabellenkalkulation.

Die Schüler könnten außerdem herausfinden, warum die grafische Darstellung die jeweilige Form hat, indem sie versuchen, diese mit den geografischen, sozialen und wirtschaftlichen Gründen in Zusammenhang zu bringen.

Ein interessantes Ergebnis könnte die Veröffentlichung der Ergebnisse in einer Lokalzeitung in allen teilnehmenden Städten sein. Auf diese Weise könnte eine Art städtepartnerschaftliche Aktivität entstehen, die von den Schulen ausgeht.

Ein anderer interessanter Ansatz wäre die Verwendung der Fensterneigung als neuen Vorgabeparameter: Indem der Neigungswinkel des Fensters zum Horizont verändert wird, kann der Strahlungsfluss durch die Fenster auf der Südseite so erhöht werden, dass der Maximalwert erreicht wird. Velux-Fenster dienen als Beispiel dafür, wie die Sonnenenergie erhöht werden kann, indem der Winkel λ 90° angenähert wird. Die Einführung dieses neuen Parameters ermöglicht neue Überlegungen und Diskussionen zur Optimierung des Energieertrags eines Hauses.

Infolge der weltweiten Entwicklungen können diese Aktivitäten gegebenenfalls eine wirksame und einfache Kommunikationsmöglichkeit zwischen möglichen Teilnehmerschulen sein. Ein Wiki-Austauschsystem kann eine wertvolle und effiziente Lösung zur gemeinsamen Nutzung von Inhalten und zur

Entwicklung von Kooperationen zwischen weit voneinander entfernten Schulen darstellen. Mit unterschiedlichen Zugriffsrechten für Lehrer und Schüler können diese Austausch- und Kooperationsplattformen die Entwicklung gemeinsamer Aktivitäten mit weit entfernt lebenden Personen ermöglichen. Gleichzeitig passen sie hervorragend in die schulische Umgebung.

